



grafie. Die Spektrographen enthalten eigens konstruierte Aufnahmekameras. Für Mikroskope wurden Mikrokameras gebaut, und der Kathodenstrahloszillograph, dieses wichtige Gerät zur Schwingungsanalyse, wird vielfach mit einem besonderen Fotovorsatz geliefert. Worin liegt nun der besondere Vorteil der Kleinbildkamera und speziell der EXAKTA Varex?

Antwort: Die Kamera ist universell verwendbar!

Diese quasi in Form einer These gegebene Antwort soll nun keineswegs die Bedeutung der fototechnischen Sondergeräte schmälern, sie sind in vielen Fällen unersetzlich, in anderen Fällen, bei denen es sich um große Serienaufnahmen handelt, rationeller — aber sie sind einseitig! Es ist aber gerade die vielseitige Verwendbarkeit, die der experimentierende Physiker oftmals von seiner Kamera verlangt. Denken wir hierbei besonders an den Physiker, dessen Betätigungsfeld ein modernes Lehr- und Forschungsinstitut einer Universität ist, in welchem wissenschaftliche Fotografie auf den verschiedensten Gebieten getrieben werden muß. Hier ist eine universelle Kamera einfach eine zwingende Notwendigkeit, und es gibt wenig Fälle, in denen die EXAKTA Varex nicht verwendbar wäre. Und das kommt eigentlich nur dann vor, wenn zur Aufnahme überhaupt keine fotografische Kamera im üblichen Sinne zu gebrauchen ist, wie z. B. bei Aufnahmen von Elektronenbeugung oder Röntgeninterferenzen.

Bevor nun an drei Beispielen die wissenschaftliche Fotografie mit der EXAKTA Varex auf physikalischem Gebiet gestreift wird, sollen zunächst einmal in einigen Punkten die grundsätzlichen Vorteile dieses Kameratyps für physikalische Aufnahmen herausgestellt werden:

1. Spiegelreflexprinzip: Es ist sehr oft erforderlich, den Ablauf physikalischer Vorgänge bis zu Beginn der Aufnahme verfolgen zu können. Dieser Forderung kann nur die Spiegelreflexkamera gerecht werden;
2. große Variationsmöglichkeit der Objektive und Zwischenringe oft auch in Verbindung mit Sonderoptik (Stereovorsätze);
3. Verwendung der Kamera ohne eigentliches Kameraobjektiv. In manchen Versuchsanordnungen ist die abbildende Optik bereits enthalten, und es bedarf nur einer präzisen Verschluss- und Aufnahmemechanik;
4. Kupplung des Verschlusses mit dem Elektronenblitz! Es gibt viele Aufgaben, die kurzzeitige hellste Beleuchtung erfordern (siehe Anwendung Nebelkammer);
5. großer Spielraum der Belichtungszeiten mit Vorlaufwerk, das völlig erschütterungsfreie Expositionen gestattet.

Die folgenden Beispiele werden diese Vorteile erkennen lassen. Sie wurden willkürlich aus dem reichen Arbeitsgebiet des Experimentalphysikers herausgegriffen und stellen nur eine kleine Auswahl dar. Auch auf dem Gebiet spezieller Spektraloptik, das hier nicht erwähnt wurde, gibt es zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für die Kamera. Es sei abschließend erwähnt, daß der Physiker, überhaupt jeder Wissenschaftler, sich oftmals Auszüge aus schwer zugänglicher Fachliteratur auf Film legen möchte. Auch hierfür ist die Kamera in Verbindung mit dem »Vielzweckgerät« vorzüglich geeignet.

#### a) Aufnahmen mit der Wilsonschen Nebelkammer

Mit der Entdeckung der »Nebelkammermethode« durch H. A. Wilson im Jahre 1912 wurde in den experimentellen Möglichkeiten, den Bau des Atomkernes zu erforschen, ein entscheidender Schritt vorwärts getan. Das physikalische Prinzip der Anordnung ist an Hand der schematischen Darstellung in Abb. 1 leicht verständlich.

Schnelle geladene Teilchen, die z. B. in Form von  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Strahlen von einem radioaktiven Element ausgeschleudert

werden, erzeugen auf ihrem Weg durch Luft wiederum geladene Gaspartikel (Ionen). Befindet sich gesättigter Wasserdampf in der Luft, so kondensiert er bevorzugt an diesen Ionen zu kleinen Nebeltröpfchen, die somit die Bahn des ursprünglichen Teilchens wiederzugeben vermögen. Der technische Kunstgriff, der zum Entstehen sauberer Nebelspuren führt, ist nun der, daß man das Volumen des Beobachtungsraumes durch schnelles Bewegen eines Kolbens plötzlich vergrößert. Dabei geschieht folgendes: Im gespannten Zustand ist der Sättigungsgrad des Wasserdampfes derart, daß noch keine Nebelbildung auftritt, bei plötzlicher Expansion des Kolbens und der damit verbundenen Abkühlung der Luft wird die Luft in dem Maße übersättigt, daß Nebelbildung an den Ionen der Bahnen beobachtbar wird.

Da die Lebensdauer der Nebelspuren verhältnismäßig kurz ist — die Bahnen werden durch Luftwirbel und ähnliche Erscheinungen schnell verwaschen und undeutlich —, ist die visuelle Beobachtung für genauere Auswertungen unzuverlässig, und man ist zur Durchführung exakter Analysen unbedingt auf die Fotografie angewiesen. Die Spiegelreflex-Kleinbildkamera ist für derartige Aufnahmen vorzüglich geeignet. Das parallaxfreie Sucherbild gestattet eine saubere Justierung der Anordnung, ein Stereovorsatz ermöglicht, wie im vorliegenden Fall, eine räumliche Beobachtung der Spuren.

Aus der Skizze der Abb. 1 geht die weitere optische Anordnung hervor. Beleuchtet wird senkrecht zur Beobachtungsrichtung mit einem schmalen, sehr hellen Lichtbündel, das, von einer Starkstrom-Bogenlampe oder einem Elektronenblitz erzeugt, durch eine Zylinderlinse gebündelt, genügend flach durch die Kammer geschickt werden kann. Aus den oben schon erwähnten Gründen exponiert man unmittelbar nach Expansion der Kammer mit Belichtungszeiten von  $1/25$  bis  $1/500$  Sek. Moderne Nebelkammerapparaturen sind so gebaut, daß die zeitlich richtige Aufeinanderfolge aller Arbeitsvorgänge durch elektromechanische oder elektronische Schaltgeräte völlig automatisiert worden ist. Es werden also z. B. unmittelbar nach der Expansion

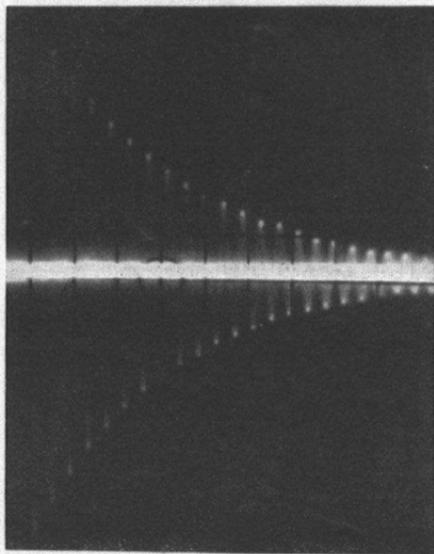


Abb. 3. Gedämpft abklingende elektromagnetische Schwingung (900 Hertz)



Braunsch Rohr ist hier für die spätere Auswertung unerlässlich, und so sind teilweise sogar eigene Fotovorsätze für diese Geräte entwickelt worden. Die Verwendung der EXAKTA-Kameras ist neben diesen Spezialentwicklungen völlig gleichwertig, und man findet gelegentlich in der Fachliteratur Zitate, die die besonderen Vorzüge gerade dieser Kamera rühmen<sup>1)</sup>. Neben dem immer wieder hervorzuhebenden Vorteil des Spiegelreflexprinzips, das die Beobachtung des Schirmbildes bis zur Aufnahme gestattet, soll als besonders wichtiges Merkmal noch die Auswechselbarkeit der Objektive und die Verwendung von Zwischenhuben hervorgehoben werden. Mit lichtstärksten Objektiven ist es immer möglich, auch nicht synchronisierte, also laufende Schirmbilder mit kurzen Momentbelichtungszeiten zu erfassen bzw. auch noch ein genügend gedecktes Negativ von einem einmalig ablaufenden Schwingungsvorgang zu erhalten.

Ein solches Beispiel wurde in Abb. 3 gewählt. Die Aufnahme stellt eine gedämpft abklingende einmalige elektromagnetische Schwingung dar, die so entstand, daß ein geladener Kondensator über eine Selbstinduktionsspule entladen wurde. Im vorliegenden Fall wurden die elektrischen Werte von Spule und Kondensator so bemessen, daß die Frequenz der Schwingung etwa 900 Hz betrug. Der ganze sichtbare Kurvenzug ist also in einer Zeit von  $\frac{1}{50}$  Sek. durch laufen worden, dabei wird der Kameraverschluß  $\frac{1}{5}$  Sek. geöffnet, und innerhalb dieser Fünftelsekunde wurde die Schwingung ausgelöst. Die gegen den eigentlichen Schwingungsvorgang um zehnmal größere Zeit der Verschlussöffnung erklärt auch die sehr helle Nulllinie des Elektronenstrahles. Der Schwingungsvorgang wurde mit Biotar 1:1,5 bei voller Öffnung und Zwischenhuben 145 aus 16 cm Entfernung auf Agfa-Feinkornfilm aufgenommen. Diese Aufnahme kann als besonderer Wertmaßstab für die Leistungsfähigkeit der Kamera auf oszillographischem Gebiet angesehen werden.

#### c) Lichtbeugung im Ultraschallfeld

Das physikalische Phänomen der Lichtbeugung als eine wichtige experimentelle Stütze der Wellentheorie des Lichtes darf bei der im folgenden zu beschreibenden fotografischen Anordnung in seinen Grundzügen als bekannt vorausgesetzt werden. Optisch geschieht hier das gleiche, als wenn man Licht einer spaltförmigen Lichtquelle auf ein auf Glas geritztes Gitter schickt. Durch Beugung an den Gitterspalten (Prinzip von Huygens) wird das Licht spektral zerlegt, und man kann bei bekanntem Abstand der Gitterstriche und

weiteren geometrischen Bedingungen die Wellenlänge des Lichtes bestimmen.

Der Schall ist eine mechanische Wellenerscheinung und besteht in periodischen elastischen Dichteschwankungen des schallübertragenden Stoffes, also des Festkörpers, der Flüssigkeit oder des Gases. Mit steigender Schallfrequenz (Tonhöhe) wird der Abstand dieser Dichteschwankungen immer kleiner und erreicht bei Verwendung sehr hoher Frequenzen (Ultraschall) Werte, die mit den Gitterstrichabständen eines optischen Beugungsgitters vergleichbar werden.

Eine solche Beugungsoptische Anordnung zeigt die Abb. 4. Es sollen Beugungsbilder fotografisch aufgenommen werden mit dem Ziel, die Gesetzmäßigkeiten der Ultraschallausbreitung in Flüssigkeiten zu studieren. Der Ultraschall im Flüssigkeitstrog wird dabei durch einen hochfrequent erregten Schwingquarz (hier 6 MHz) erzeugt, also nach einer in Wissenschaft und Technik weit verbreiteten Methode. Aufnahmezeit weist die Anordnung insofern eine Besonderheit auf, als die EXAKTA Vorex ohne eigentliches Kameraobjektiv verwendet wurde. Als einziges abbildendes System dient die in der Abbildung als Objektiv bezeichnete achromatische Sammellinse von 9 cm Brennweite, an deren Stelle zur Verbesserung der Bildgüte auch ein Kameraobjektiv gleicher Brennweite verwendet werden kann. Die weitere optische Anordnung ergibt sich aus der Figur.

Die Abb. 5 zeigt zwei typische Beugungsaufnahmen, die mit der oben beschriebenen Anordnung gewonnen wurden. Als Filmmaterial eignet sich jeder handelsübliche Feinkornfilm. Wegen des intensiven Lichtes der Bogenlampe kommt man mit Momentbelichtungszeiten zwischen  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{5}$  Sek. aus. Die verschiedenartigen Beugungsbilder sind darauf zurückzuführen, daß im ersten Fall (a) das »Strichgitter« eines einfachen Schallfeldes die Beugung hervorruft. Als Lichtquelle dient hier ein beleuchteter Spalt. Rechts und links des Spaltbildes »nullter Ordnung« treten die Beugungsbilder auf. Im zweiten Fall (b) wurde in den Schallstrahl unter  $45^\circ$  zur Fortpflanzungsrichtung eine Metallplatte als Reflektor gestellt, und es entsteht durch Reflexion der Schallwellen ein »Kreuzgitter« in gleicher Weise, als wenn auf eine Glasplatte zwei senkrecht zueinander stehende Strichsysteme geritzt werden. Mit einer Lochblende als Lichtquelle entsteht so das Beugungsbild des Kreuzgitters. In beiden Fällen würde bei Abschalten der Hochfrequenz nur das mittlere Strich- bzw. Lochbild zu sehen sein. Die Beugungsbilder nullter und erster Ordnung sind sehr lichtstark, so daß sie auf den Aufnahmen überstrahlt erscheinen, wenn man höhere Ordnungen gut wiedergeben will. Eine gute Ausgleichsentwicklung schafft auch hier in gewissem Maße Abhilfe.

<sup>1)</sup> Siehe u. a.: Förster, Zeitschrift für Metallkunde 32 (1940), S. 185, Fulnoten.

## Wolfgang Schudert / Technische Probleme der praktischen Farbfotografie

### Richtige Belichtung wichtig

Neue Gesichtspunkte in der Wahl der Belichtung treten bei unserem heute modernsten Zweig der Fotografie, der Farbfotografie, auf. Die Farbfotografie, die in ihren wissenschaftlichen Grundlagen schon auf das Jahr 1852 zurückgeht, war in ihrer Ausführung von 1873 (Vogel), wo sie durch die Aufindung von Sensibilisatoren erstmalig praktisch möglich wurde (bis dahin war das Aufnahmehmaterial nur blauempfindlich), bis 1935 weit schwieriger, als es heute der Fall ist. Daher ist sie auch erst 1935 (Kodachrome nach Mannes und Godovski, USA; 1936 Agfacolor-Verfahren) den weitesten Kreisen zugänglich geworden, wenn auch zunächst die Qualität der wiedergegebenen Farben beim Agfacolor-Verfahren nicht so gut war, ein Punkt, der heute weitestgehend überwunden ist.

Das wichtigste Problem der Farbfotografie dürfte wohl heute die Frage der richtigen Belichtung sein. Da bei dem heute so knappen Farbfilmmaterial ein »Sammeln von Erfahrung« meist nur schwer möglich ist, so wird so manches schöne Motiv durch falsche Belichtung verdorben oder erscheint infolge der, wie ich häufig feststellen konnte, größtenteils vorherrschenden Unterbelichtung zu dunkel oder trotz der vorhandenen Sonne wie »ohne Sonne aufgenommen«. Ich möchte nun doch einmal die Gründe dieser falschen Belichtung sowie überhaupt die bei der Belichtung ins Gewicht fallenden Faktoren etwas näher betrachten, damit hierüber Klarheit herrscht, da wohl jeder, der sich einen Farbfilm mit viel Schwierigkeit erworben hat, zumindest farbrichtige Bilder erhalten möchte.